

**В. П. Житников, Р. Р. Муксимова** (Уфа, УГАТУ, Санкт-Петербург, СПбГУГА). **Приближенные интерполяционные модели для задач со свободной границей.**

В работе, представленной данным сообщением, рассмотрено моделирование процессов размерной электрохимической обработки (ЭХО), которое при допущении об однородности электролита сводится к решению задач Хеле–Шоу.

При исследовании формообразования анодной поверхности в процессе электрохимического растворения необходимо учитывать неравномерность зазоров в межэлектродном пространстве.

Рассмотрим задачу ЭХО с электрод-инструментом (ЭИ), движущимся вертикально вниз со скоростью  $V_{et}$ . Согласно закону Фарадея, скорость электрохимического растворения  $V_{cm} = kE\eta(E)$ , где  $E$  — напряженность,  $\eta(E)$  — выход потока. Рассматриваются два случая: постоянный выход по току и скачкообразная зависимость  $\eta(E) = 0$  при  $|E| < E_1$ ,  $\eta(E) = \eta_0$  при  $|E| \geq E_1$ . Краевые условия для этих случаев:  $|E| = E_0 \cos \vartheta$ ,  $|E| = E_1$ , где  $\vartheta$  — угол между нормалью к обрабатываемой поверхности и направлением движения ЭИ,  $E_0$  — модуль напряженности в точках, где  $\vartheta = 0$ .

Для определения величины зазора при обработке круглым ЭИ достаточно большого радиуса  $R$  применима модель «цилиндрического конденсатора»

$$\frac{U}{E_0(R+S)\ln(1+S/R)} = \cos \vartheta,$$

где  $S(r, \vartheta)$  и  $U$  — текущий зазор и напряжение между электродами. Перейдя к безразмерным величинам  $r = R/l$ ,  $s = S/l$ ,  $l = U/E_0$ , получим уравнение  $(1 + s'/r') \ln(1 + s'/r') = 1/r'$ , где  $r' = r \cos \vartheta$ ,  $s' = s \cos \vartheta$ . Решая это уравнение численно, получим функции  $s(r')$  и  $s(\vartheta, r) = s'(r \cos \vartheta) / \cos \vartheta$ . В предельном решении величина зазора не зависит от  $\vartheta$ .

Следует, сравнив с решением нелинейной задачи, рассчитать поправки к приближенным значениям. Численные данные, полученные при решении задачи стационарного формообразования, были использованы в качестве исходного набора данных для построения интерполяционной модели формообразования зазора  $s(\vartheta, r)$ . Использование модели «цилиндрического конденсатора» приводит к зависимости  $f_1(\vartheta, r) = (s(\vartheta, r) / s(0, r) \cos \vartheta) - 1$ . Как показали результаты,  $f_1(\vartheta, r) \rightarrow 0$  при  $r \rightarrow \infty$ .

Примененный алгоритм решения нелинейной задачи позволил найти искомую зависимость для  $r \leq 32$ . Отсутствующие данные для  $r > 32$  можно получить с помощью интерполяции.

Для оценки погрешности интерполяции используется увеличение степени интерполяционного алгебраического многочлена, вариация набора исходных данных, использование разных параметров интерполяции  $(1/r, 1/\sqrt{r})$ . На рис. 1 а показаны интерполированные зависимости для  $r = 100$  и  $r = 1000$ .

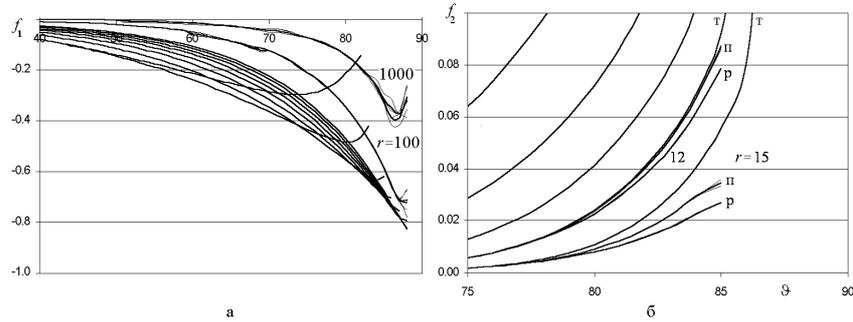


Рис. 1. Сравнение результатов интерполяции: а — для стационарной задачи; б — для предельной задачи («п» — получены по полной базе, «р» — по разреженной, «т» — точные значения)

В предельном случае зависимости зазора от угла удобно представить в виде разности  $f_2(\vartheta, r) = (s(\vartheta, r)/s_0(r) - 1) \cos \vartheta$ .

Согласно оценкам, разработанные модели позволяют определить зависимости  $s(\vartheta, r)$  с погрешностью около 1% для  $0 \leq \vartheta \leq 85^\circ$ .

Результаты исследований и разработанный способ построения моделей процессов формообразования позволили создать базу данных и программные модули для расчета (с оценкой погрешности) зависимостей зазора от угла наклона участка ЭИ и его кривизны, которые могут быть использованы для практических целей при построении формы ЭИ по форме детали.